

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **07-094399**
 (43)Date of publication of application : **07.04.1995**

(51)Int.CI. **H01L 21/027**
G03F 7/20

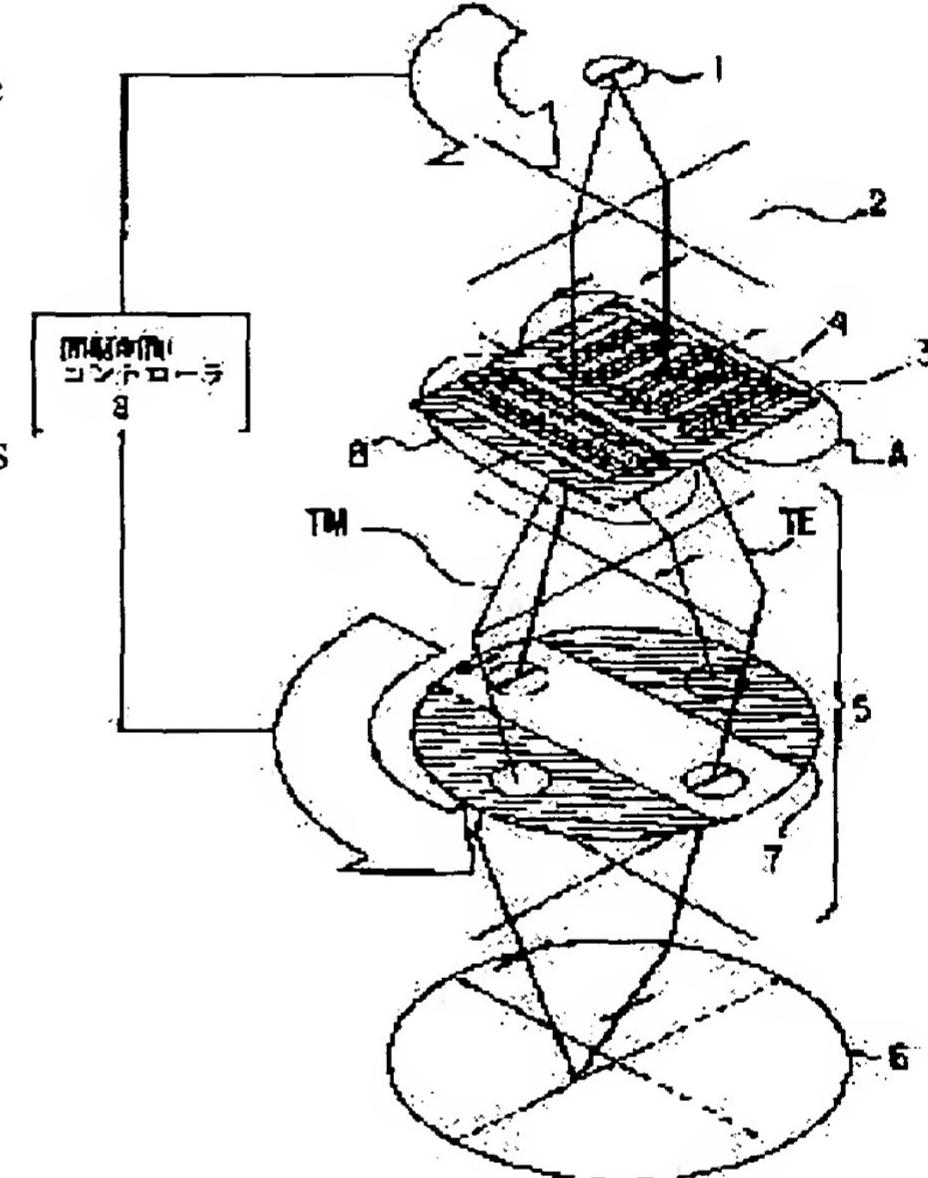
(21)Application number : **05-238147**
 (22)Date of filing : **24.09.1993**

(71)Applicant : **TOSHIBA CORP**
 (72)Inventor : **INOUE SOICHI**
TANAKA SATOSHI
FUJISAWA TADAHITO

(54) METHOD AND DEVICE FOR EXPOSURE**(57)Abstract:**

PURPOSE: To provide an aligner which achieves the same resolution and focal depth improvement effect for pattern in all directions and can transfer patterns properly even in the case of an LSI pattern where vertical and horizontal lines exist together.

CONSTITUTION: A photo mask 3 is illuminated by a lighting optical system and a pattern on the photo mask 3 is reduced and projected on a wafer 6 via a projection optical system in the title device. The title device is provided with a polarization plate 1 which is provided in a lighting optical system and linearly polarizes a bundle of illumination light to the photo mask 3, a slit filter 7 which is provided at the pupil position of the projection optical system and has a slit opening, and a rotary mechanism for rotating the slit filter 7 and the polarization member 1 in synchronism around the light axis so that the longer direction of the opening of the slit filter 7 and the polarization surface of light through the polarization plate 1 are vertical each other.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] **24.03.1999**

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] **3128396**

[Date of registration] **10.11.2000**

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-94399

(43) 公開日 平成7年(1995)4月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 01 L 21/027				
G 03 F 7/20	5 2 1	9122-2H 7352-4M 7352-4M	H 01 L 21/ 30	5 2 7 5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数 2 ○L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平5-238147

(22) 出願日 平成5年(1993)9月24日

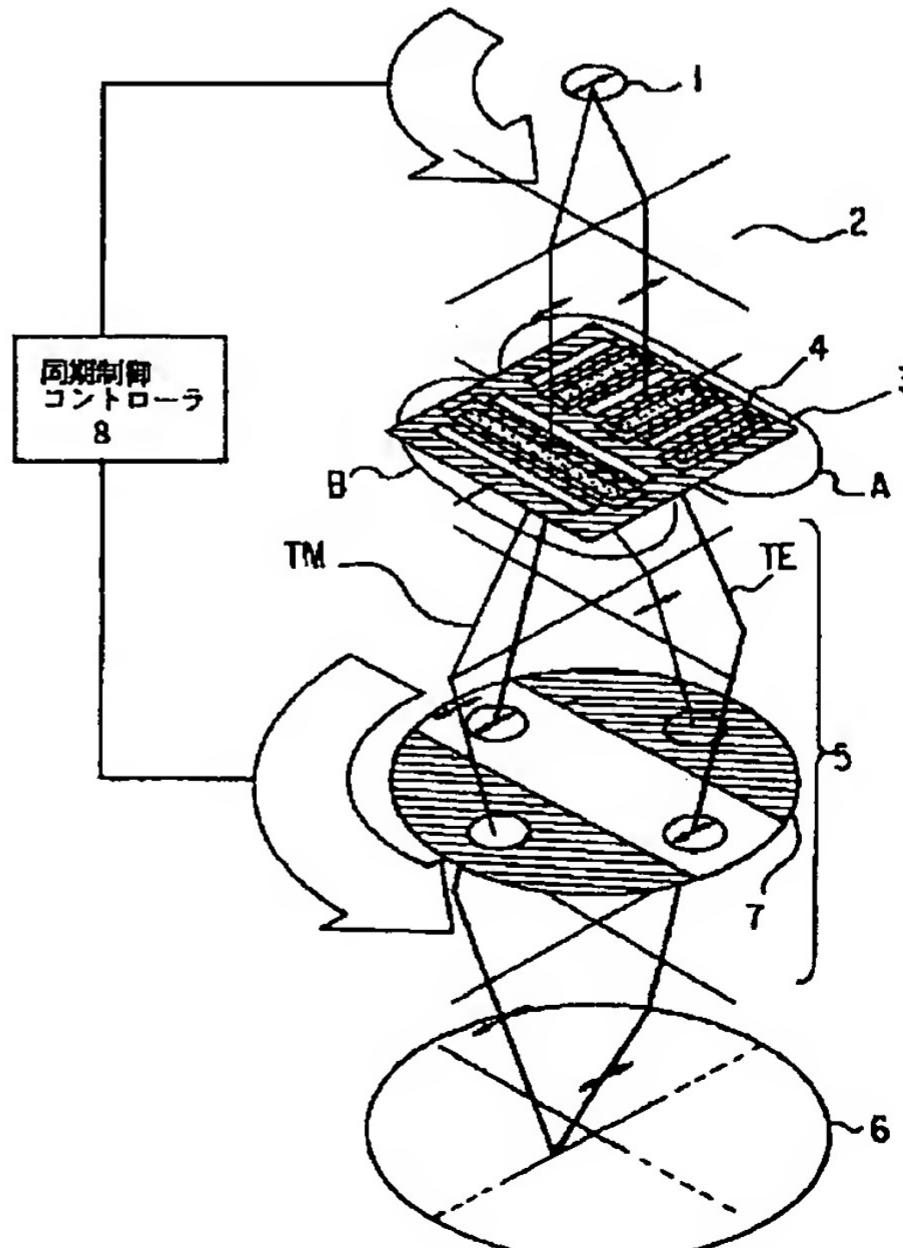
(71) 出願人 000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72) 発明者 井上 壮一
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
(72) 発明者 田中 聰
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
(72) 発明者 藤澤 忠仁
神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 露光方法及び露光装置

(57) 【要約】

【目的】 全ての方向のパターンに対して同じ解像力、焦点深度向上効果をもたらすことができ、縦線及び横線が混在するLSIパターンであっても良好にパターン転写することができる露光装置を提供すること。

【構成】 フォトマスク3を照明光学系によって照明し、フォトマスク3上のパターンを投影光学系を介してウエハ6上に縮小投影する露光装置において、照明光学系中に設けられ、フォトマスク3への照明光束を直線偏光するための偏光板1と、投影光学系の瞳位置に設けられ、スリット状の開口部を有するスリットフィルタ7と、スリットフィルタ7の開口部の長手方向と偏光板1を透過した光の偏光面とが互いに垂直になるように保持した状態で、スリットフィルタ7と偏光部材1を同期して光軸中心に回転させる回転機構とを具備してなることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも2つの異なる方向に長辺を有するパターンが形成されたフォトマスクを偏光光によって照明し、投影光学系を介してウエハ上に投影する露光方法において、

前記投影光学系内の前記偏光光の結像位置に、前記偏光光の偏光面に対して垂直方向に長いスリット状の開口部を有し、この偏光面の偏光光が透過するスリットフィルタを配置し、前記偏光光の偏光面を回転させると共にこれに同期して前記スリットフィルタを回転させ、前記フォトマスク上のパターンの長辺方向と前記偏光光の偏光面が平行となる位置毎に前記フォトマスクを前記偏光光により照明して、前記フォトマスク上のパターンを前記ウエハに露光することを特徴とする露光方法。

【請求項2】少なくとも2つの光なる方向に長辺を有するパターンが形成されたフォトマスクを照明光学系によって照明し、投影光学系を介してウエハ上に縮小投影する露光装置において、

前記照明光学系中に設けられ、前記フォトマスクへの照明光束の偏光状態を制御する偏光部材と、前記投影光学系内で前記偏光部材を透過した偏光光が結像する位置に設けられ、スリット状の開口部を有し前記偏光光が透過するスリットフィルタと、前記スリットフィルタの開口部の長手方向と前記偏光部材を透過した光の偏光面とが互いに垂直になるように保持した状態で、該スリットフィルタと偏光部材を同期して光軸中心に回転させる回転機構とを具備してなることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体集積回路の製造に要する微細パターンを形成するための露光技術に係わり、特に偏光光を利用した露光方法及び露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、フォトリソグラフィの分野においては、光の偏光を利用して周期パターンの解像度の向上をはかる試みがなされている。図3は、偏光板を用いて照明光を偏光光とした露光装置の一例である(特開平5-109601号公報)。

【0003】図3では、照明光学系中に偏光板16を設けている。図において、水銀ランプ等の光源11より放射された照明光は梢円鏡12、ミラー13、集光レンズ14、オプチカルインテグレータ15を介して、偏光板16に入射する。この偏光板16は支持具17により支持され、かつ光軸Ax或いはそれと平行な軸を中心として回転可能となっている。この回転は、支持具17上に設けられたモータ(不図示)等により行う。従って偏光板16を透過する照明光束は、この偏光板16の回転方向に応じた偏光方向(直線偏光)の光束となる。

【0004】偏光板16を通過した光束は、コンデンサ

レンズ18、20、ミラー19に導かれてフォトマスク(レチクル)21上の(下面の)パターン22を照明する。フォトマスク21からの透過、回折光は投影光学系23により集光、結像され、ウエハ24にマスクパターン22の像を結ぶ。この際、ミラー19が照明光の振動方向に対して垂直又は平行となる位置からずれると、直線偏光が梢円偏光に変換されることになるので、この点に留意する必要がある。

【0005】偏光板16によって照明光の偏光方向をマスクパターン22の長手方向と平行に揃えることにより、微細なラインアンドスペースパターン像のコントラストを向上させることができ、集積回路の微細化が可能になる。微細な一次元ラインアンドスペースパターン以外では、パターンの微細度が比較的緩いため、パターンに対して照明光の偏光が正確に最適化されていなくても、生じるコントラストの低下は僅かである。

【0006】ここで、図3において、光源11は水銀ランプとしたが、他のランプやレーザ光源であってもよい。特に、光源が直線偏光又は円偏光を射出するレーザである場合は、偏光状態を制御するための部材として1/2波長板や1/4波長板を用いることができる。

【0007】しかしながら、この種の装置にあっては次のような問題があった。即ち、実際のLSIパターンにおいては、偏光板16による直線偏光と平行方向のパターンのみならず、それと垂直方向に長いパターンや斜めパターンが存在する。このため、直線偏光に平行な成分は解像力、焦点深度が向上するものの、それと垂直及び斜め方向に長いパターンでは上記の向上効果はない。

【0008】このような理由から、実際のLSIパターンを転写する場合は、上記垂直及び斜めパターンによって解像力、焦点深度が律則し、実質的な解像力、焦点深度向上効果が得られないという問題点が生じた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】このように従来、直線偏光光を用いた露光装置においては、偏光方向に平行な成分は解像力、焦点深度が向上するものの、それと垂直及び斜め方向に長いパターンは向上効果がなく、実質的な解像力、焦点深度向上効果が得られないという問題があった。

【0010】本発明は、上記事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、全ての方向のパターンに対して同じ解像力、焦点深度向上効果をもたらすことができ、縦線及び横線が混在するLSIパターンであっても良好にパターン転写することができる露光方法及び露光装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するためには本発明は、次のような構成を採用している。即ち、本発明(請求項1)は、フォトマスクを偏光光によって照明し、該フォトマスク上のパターンを投影光学系を介し

てウエハ上に縮小投影する露光方法において、投影光学系の瞳位置又はその近傍に、偏光光の偏光面に対して所定の角度方向に長いスリット状又はそれに近い開口部を有するスリットフィルタを配置し、偏光光の偏光面を回転させると共にこれに同期してスリットフィルタを回転させ、特定の回転位置毎にフォトマスクを偏光光により照明して多重露光することを特徴とする。

【0012】また、本発明（請求項2）は、フォトマスクを照明光学系によって照明し、該フォトマスク上のパターンを投影光学系を介してウエハ上に縮小投影する露光装置において、照明光学系中に設けられ、フォトマスクへの照明光束の偏光状態を制御する偏光部材と、投影光学系の瞳位置又はその近傍に設けられ、スリット状又はそれに近い形状の開口部を有するスリットフィルタと、スリットフィルタの開口部の長手方向と偏光部材を透過した光の偏光面とが互いに所定の角度になるように保持した状態で、該スリットフィルタと偏光部材を同期して光軸中心に回転させる回転機構とを具備してなることを特徴とする。

【0013】ここで、上記請求項1に記載の所定の角度、及び請求項2に記載の所定の角度は90°であることが望ましい。また、本発明で使用するフォトマスクは遮光部と透光部を有する通常のマスクでもよいが、位相シフトマスクでもよい。特に、周期的に設けられた開口部の1つおきに位相シフタを配設した、通称レベンソン型位相シフトマスクが効果が大きい。

【0014】

【作用】本発明の作用を、後述する図1を参照して説明する。光源として偏光子1を通した直線偏光光を用いると、偏光面と平行方向に長い周期パターンAはスカラ干渉（TEモード）、垂直方向に長い周期パターンBはベクトル干渉（TMモード）によって結像する。スカラ干渉によって結像される像は電場の振幅がスカラ和で合成されるために像コントラストがよい。ベクトル干渉によって像形成されるパターンBは像面での振幅合成がベクトル和でなされるために像コントラストが低下する。この傾向はパターンサイズが小さいほど大きい。従って、結像に有利なTEモード光のみを透過するスリットフィルタ7を瞳位置におくことによって、パターンAのみの解像力が向上し、TMモード光であるパターンBからのスペクトルは像面に到達しないので結像しない。言い替えると偏光面に対して垂直方向に長いパターンは転写されない。

【0015】次に、偏光子1とスリットフィルタ7を90度回転してさらに露光する。するとこの状態では、偏光面と平行方向に長い周期パターンはBになるので、Bからの回折光がスカラ干渉（TEモード）となり、像コントラストが改善される。この状態でTMモードとなるパターンAからの回折光はスリットフィルタ7で遮られ、像面に到達しない。このため、縦線、横線両方が混

在する実際のデバイスピーチャーでも、良好に転写することが可能となる。

【0016】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明の一実施例に係わる露光装置を示す概略構成図である。本実施例では、照明光学系中に偏光板1を、投影光学系中にスリットフィルタ7を設けている。図において、水銀ランプ等の光源より放射された照明光は楕円鏡、ミラー、集光、レンズオブチカルイン

10 テグレータ（不図示）を介して偏光板1に入射する。

【0017】偏光板1を透過した光束は、コンデンサレンズ2に導かれてフォトマスク（レチカル）3のパターンを照明する。このフォトマスク3は、遮光部と透光部を有する通常のマスクでもよいが、位相シフトマスクでもよい。図では周期的に設けられた開口部の1つおきに位相シフタ4を配設した、通称レベンソン型位相シフトマスクを示している。

【0018】フォトマスク3からの透過回折光は投影光学系5により集光、結像され、ウエハ6にマスクパターンの像を結ぶ。投影光学系5の瞳位置又はその近傍には、露光光を透過する領域（開口部）がスリット状又はそれに近い形状を有しているスリットフィルタ7が設置されている。

【0019】偏光板1及びスリットフィルタ7は、偏光板1によって形成される偏光光の偏光面がスリットフィルタ7の長手方向と垂直になるように設置される。この位置関係を保持したまま、偏光板1、スリットフィルタ7は同期して光軸中心に回転できるように、同期制御コントローラ8を搭載している。

【0020】このような構成において、図1の状態で露光すると、偏光面と平行方向に長い周期パターンAが転写され、偏光面と垂直方向に長い周期パターンBは転写されない。このとき、周期パターンAは前記したようにTEモードで転写される。次に、偏光板1とスリットフィルタ7を90度回転して露光すると、この状態で偏光面と平行方向に長い周期パターンBが転写され、周期パターンAは転写されない。このとき、周期パターンBは前記したようにTEモードで転写される。

【0021】なお、図には示していないが、45度パターンが存在する場合には、偏光板1、スリットフィルタ7を45度にしてさらに露光する。45度以外の斜めパターンであっても同様に偏光板1、スリットフィルタ7を対応する角度だけ回転して露光する。

【0022】図2は、本実施例の露光法による転写特性をシミュレーションした結果を示している。横軸がラインアンドスペースパターンの線幅、縦軸は焦点深度である。焦点深度は像コントラストより定義しており、像コントラスト40%，50%，60%で解像できる3種類のレジストを想定した。実線がTEモード、破線がTMモード、一点鎖線が無偏光である。

5

【0023】この結果から、無偏光での露光に比べてTEモードは格段に焦点深度が向上していることが分かる。また、TMモードは無偏光より焦点深度が低下することから、TMモードの光による結像は避ける必要がある。このことから、スリットフィルタ7の有効性が明らかとなった。

【0024】このように本実施例では、照明光学系中に偏光板1を設けると共に、投影光学系の瞳位置にスリットフィルタ7を設け、これらを同期して回転させることにより、周期パターンをTEモードのみで転写することが可能となる。このため、一つの方向のパターンのみではなく、全ての方向のパターンに対して同じ解像力、焦点深度向上効果をもたらすことができ、縦線及び横線が混在するLSIパターンであっても良好にパターン転写することができる。

【0025】なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。実施例では、光源として水銀ランプを用いたが、他のランプやレーザ光源を用いることもできる。特に、光源が直線偏光や円偏光を射出するレーザ、放射光である場合には、偏光状態を制御する部材として1/2波長板や1/4波長板を用いることができる。また、実施例ではマスクとしてレベンソン型位相シフトマスクを用いたが、本発明を限定するものではなく、通常のマスク、ハーフトーン型位相シフトマスク、リム型位相シフトマスク、シフタオンリー位相シフトマスク等、他の位相シフトマスクでもよい。その他、本発明の要旨

6

を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することができる。

【0026】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、偏光部材とその偏光面と垂直方向に長いスリット状又はそれに近い開口部を有するスリットフィルタを同期して回転させ、特定の角度で偏光光を照明して多重露光することにより、縦線、横線両方が混在する実際のデバイスパターンでも、良好に転写することが可能となる。

10 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係わる露光装置を示す概略構成図。

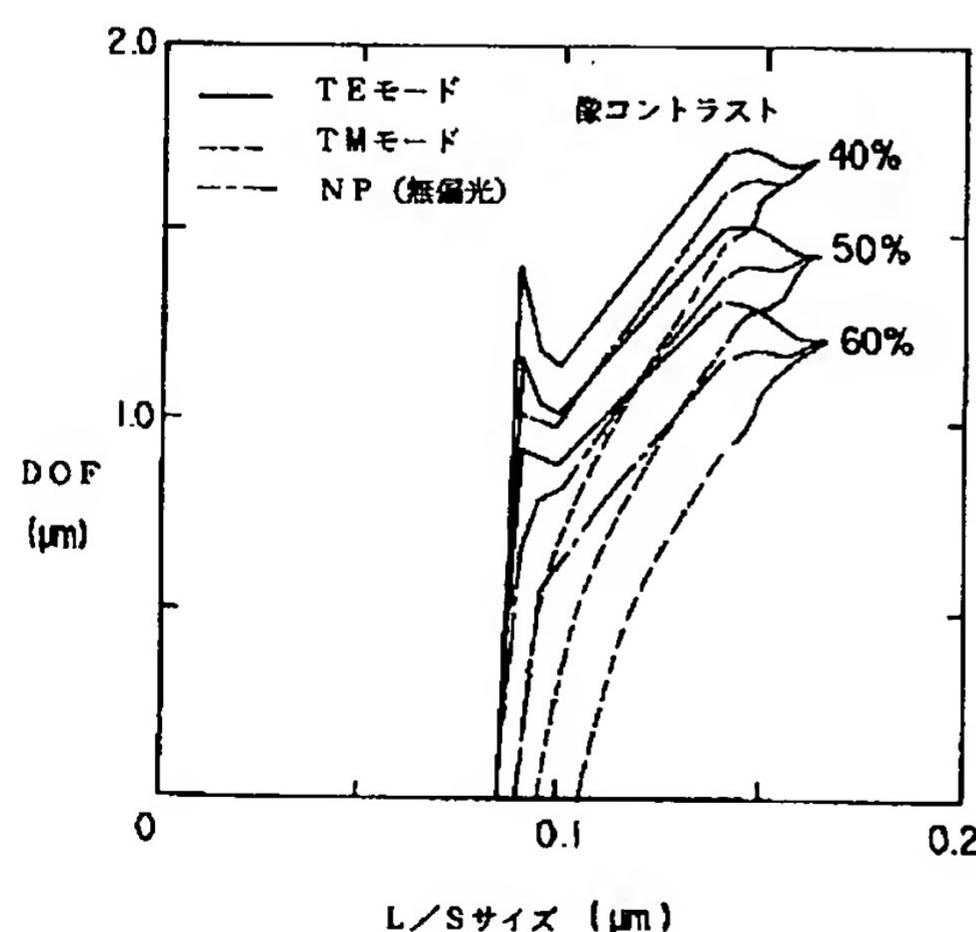
【図2】本実施例の露光法による転写特性をシミュレーションした結果を示す図。

【図3】偏光板を用いて照明光を偏光光とした露光装置の一例を示す図。

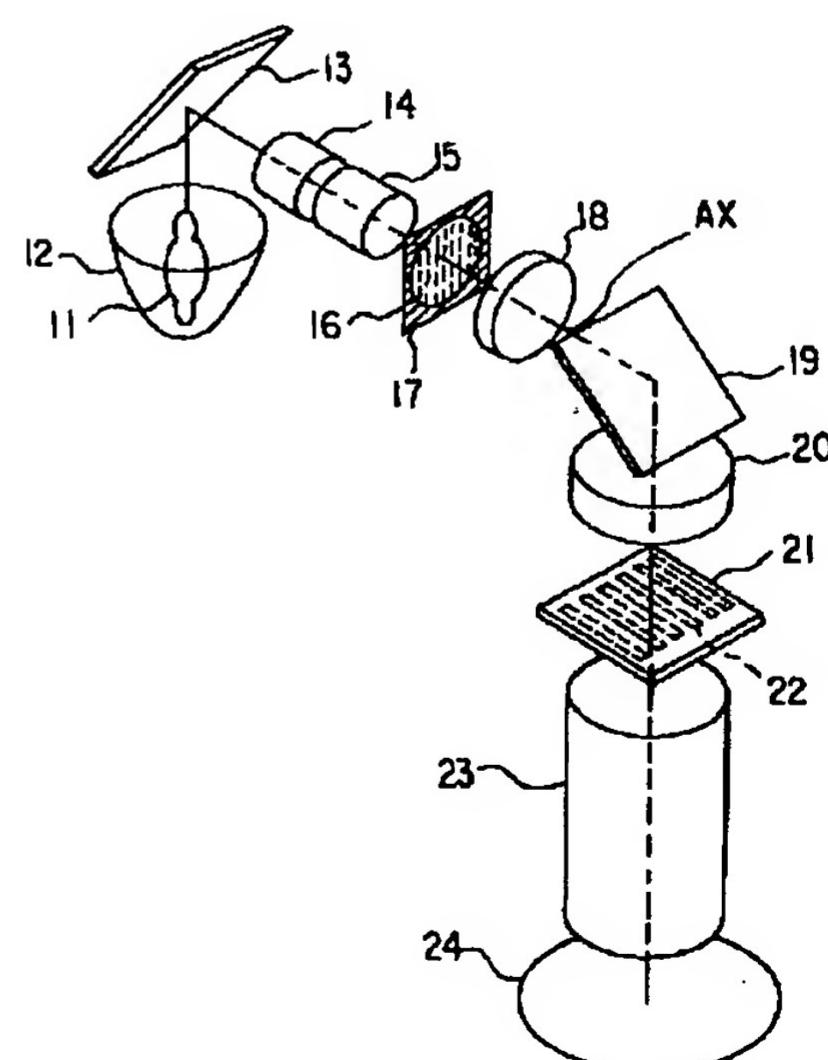
【符号の説明】

- 1…偏光板
- 2…コンデンサレンズ
- 3…フォトマスク
- 4…位相シフタ
- 5…投影光学系
- 6…ウエハ
- 7…スリットフィルタ
- 8…同期制御コントローラ

【図2】



【図3】



【図1】

